

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
8. Februar 2001 (08.02.2001)

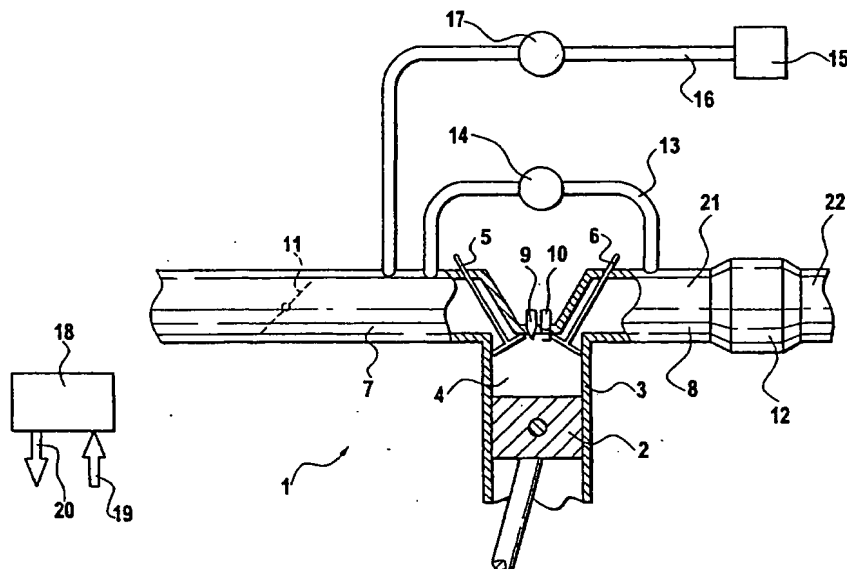
PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 01/09490 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F01N 3/08, F02D 41/00  
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/02006  
(22) Internationales Anmeldedatum: 16. Juni 2000 (16.06.2000)  
(25) Einreichungssprache: Deutsch  
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch  
(30) Angaben zur Priorität: 199 36 200.9 31. Juli 1999 (31.07.1999) DE  
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).  
(72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): POSSELT, Andreas [DE/DE]; Veilchenweg 2, D-71706 Markgroeningen (DE).  
(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, KR, RU, US.  
(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  
Veröffentlicht:  
— Mit internationalem Recherchenbericht.  
Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD FOR THE OPERATION OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: An internal combustion engine (1) in particular of an internal combustion engine of a vehicle provided with a combustion chamber (4), in which fuel can be injected for rich fuel or lean fuel operational modes. The internal combustion engine (1) is provided with a catalytic converter (12) in which nitrogen oxide can be in addition to a lambda sensor (22) which is located after the catalytic converter and measures lambda sensor exhaust gases. A control unit (18) is provided for switching between the rich fuel use or lean fuel use operational modes. The control unit (18) measures a first period of time until the lambda value thus measured becomes lean once the internal combustion engine is switched to the lean fuel operational mode.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/09490 A1



---

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Brennkraftmaschine (1) insbesondere eines Kraftfahrzeugs beschrieben, die mit einem Brennraum (4) versehen ist, in den Kraftstoff in einer fetten und in einer mageren Betriebsart einspritzbar ist. Die Brennkraftmaschine (1) ist mit einem Katalysator (12) versehen, in dem Stickoxide speicherbar sind, sowie mit einem nach dem Katalysator (12) angeordneten Lambdasensor (22), mit dem das Lambda des Abgases messbar ist. Es ist ein Steuergerät (18) zum Umschalten zwischen der fetten und der mageren Betriebsart vorgesehen. Durch das Steuergerät (18) wird nach einem Umschalten der Brennkraftmaschine (1) in die magere Betriebsart ein erster Zeitraum gemessen, der vergeht, bis das gemessene Lambda mager wird.

5

10 Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

Stand der Technik

15

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem Kraftstoff in einer fetten und in einer mageren Betriebsart in einen Brennraum eingespritzt wird, bei dem zwischen der fetten und der mageren Betriebsart umgeschaltet wird, und bei dem Stickoxide in einem Katalysator gespeichert werden. Die Erfindung betrifft ebenfalls eine entsprechende Brennkraftmaschine sowie ein Steuergerät für eine derartige Brennkraftmaschine.

25

Ein derartiges Verfahren, eine derartige Brennkraftmaschine und ein derartiges Steuergerät sind beispielsweise von einer sogenannten Benzin-Direkteinspritzung bekannt. Dort wird Kraftstoff in einer fetten Betriebsart, z.B. in einem Homogenbetrieb während der Ansaugphase oder in einer mageren Betriebsart, z.B. in einem Schichtbetrieb während der Verdichtungsphase in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt. Der Homogenbetrieb ist vorzugsweise für den Vollastbetrieb der Brennkraftmaschine vorgesehen, während der Schichtbetrieb für den Leerlauf- und Teillastbetrieb geeignet ist. Beispielsweise in Abhängigkeit von einer erwünschten Soll-Betriebsart wird

35

- 2 -

bei einer derartigen direkteinspritzenden Brennkraftmaschine zwischen den genannten Betriebsarten umgeschaltet.

5 Insbesondere in dem mageren Schichtbetrieb sind NOx-Anteile, also Stickoxide im Abgas vorhanden, die durch einen 3-Wege-Katalysator nicht nachbehandelt werden können. Hierzu ist ein Speicherkatalysator vorgesehen, der die Stickoxide speichert, um sie dann in einer nachfolgenden  
10 fetten Betriebsart der Brennkraftmaschine wieder abzugeben. Da die Speicherfähigkeit des Speicherkatalysators begrenzt ist, muss dieser ständig be- und entladen werden. Dies kann beispielsweise mit Hilfe eines Lambdasensors vor dem Katalysator dadurch gesteuert und/oder geregelt werden,  
15 dass die Speicherfähigkeit des Speicherkatalysators modelliert wird.

In dem Lambdasensor und/oder in der Modellierung können Fehler auftreten. Diese Fehler können zu einer bleibenden  
20 fehlerhaften Steuerung und/oder Regelung des Be- und Entladens des Speicherkatalysators führen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine zu schaffen, mit dem das Be- und  
25 Entladen des Speicherkatalysators auch langfristig korrekt gesteuert und/oder geregelt wird.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass nach dem  
30 Katalysator das Lambda des Abgases gemessen wird, und dass nach einem Umschalten der Brennkraftmaschine in die magere Betriebsart ein erster Zeitraum gemessen wird, der vergeht, bis das gemessene Lambda mager wird. Bei einer Brennkraftmaschine und einem Steuergerät der eingangs  
35 genannten Art wird die Aufgabe erfindungsgemäß entsprechend gelöst.

- 3 -

Nach dem Katalysator ist also ein zweiter Lambdasensor angeordnet, mit dem das Lambda des Abgases gemessen wird. Wird nunmehr die Brennkraftmaschine von dem Steuergerät in die magere Betriebsart umgeschaltet, so wird danach  
5 derjenige Zeitraum gemessen, der vergeht, bis das von dem zweiten Lambdasensor gemessene Lambda mager wird. Dieser Zeitraum ist eine Größe, die den Betriebszustand des Speicherkatalysators charakterisiert.

10 Es kann nun z.B. von dem Hersteller des Speicherkatalysators auf entsprechende Weise ein Wert ermittelt und vorgegeben werden, der die Grenze eines korrekten Betriebszustands des Speicherkatalysators darstellt. Der gemessene Zeitraum kann dann von dem  
15 Steuergerät mit dieser Grenze verglichen werden. Wenn keine Überschreitung vorliegt, so arbeitet der Speicherkatalysator auf eine korrekte Art und Weise. Wird jedoch eine Überschreitung festgestellt, so bedeutet dies, dass der Speicherkatalysator in einem nicht mehr zulässigen  
20 Betriebszustand sich befindet bzw. arbeitet. In diesem Fall kann von dem Steuergerät die Steuerung und/oder Regelung der Brennkraftmaschine derart beeinflusst werden, dass wieder ein korrekter Betrieb des Speicherkatalysators erreicht wird.

25 Auf diese Weise ist es mit Hilfe des zweiten Lambdasensors und eines entsprechenden Betriebs der Brennkraftmaschine möglich, das korrekte Be- und Entladen des Speicherkatalysators auch langfristig zu gewährleisten.

30 Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird nach einem Umschalten der Brennkraftmaschine in die magere Betriebsart ein zweiter Zeitraum gemessen, in dem die Brennkraftmaschine mager betrieben wird. Der erste Zeitraum  
35 und der zweite Zeitraum werden dann miteinander verknüpft. Vorzugsweise wird ein Wert ermittelt, der das Verhältnis

- 4 -

des ersten Zeitraums zu einem dritten Zeitraum darstellt, wobei die Summe aus dem ersten Zeitraum und dem dritten Zeitraum den zweiten Zeitraum ergibt. Damit ist es möglich, auf besonders einfache, aber genaue Weise eine zuverlässige Aussage über den Betriebszustand des Speicherkatalysators zu erhalten.

Bei einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird die Steuerung und/oder Regelung der Brennkraftmaschine beeinflusst, wenn der erste Zeitraum oder ein davon abhängiger Wert einen vorgegebenen Wert überschreitet. Der vorgegebene Wert charakterisiert dabei den maximal zulässigen Betriebszustand des Speicherkatalysators, der nicht überschritten werden darf.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Zeitraum, in dem die Brennkraftmaschine fett betrieben wird, verlängert wird, und/oder wenn der Zeitraum, in dem die Brennkraftmaschine mager betrieben wird, verkürzt wird. Dies stellen Reaktionen des Steuergeräts auf ein Überschreiten des maximal zulässigen Betriebszustands des Speicherkatalysators dar.

Als weiterer Vorteil ist es möglich, dass die Beeinflussung der Brennkraftmaschine adaptiv in die Steuerung und/oder Regelung eingreift. Damit kann das Modell des Be- und Entladens des Speicherkatalysators auch an langfristige Veränderungen desselben angepasst werden.

Von besonderer Bedeutung ist die Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens in der Form eines Steuerelements, das für ein Steuergerät einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, vorgesehen ist. Dabei ist auf dem Steuerelement ein Programm abgespeichert, das auf einem Rechenggerät, insbesondere auf einem Mikroprozessor, ablauffähig und zur

- 5 -

Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist. In diesem Fall wird also die Erfindung durch ein auf dem Steuerelement abgespeichertes Programm realisiert, so dass dieses mit dem Programm versehene Steuerelement in gleicher

5 Weise die Erfindung darstellt wie das Verfahren, zu dessen Ausführung das Programm geeignet ist. Als Steuerelement kann insbesondere ein elektrisches Speichermedium zur Anwendung kommen, beispielsweise ein Read-Only-Memory oder ein Flash-Memory.

10 Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle

15 beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung

20 bzw. in der Zeichnung.

Figur 1 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine,

25 Figur 2 zeigt ein schematisches Zeitdiagramm zu einem Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben der Brennkraftmaschine der Figur 1.

30 In der Figur 1 ist eine Brennkraftmaschine 1 eines Kraftfahrzeugs dargestellt, bei der ein Kolben 2 in einem Zylinder 3 hin- und herbewegbar ist. Der Zylinder 3 ist mit einem Brennraum 4 versehen, der unter anderem durch den

35 Kolben 2, ein Einlassventil 5 und ein Auslassventil 6 begrenzt ist. Mit dem Einlassventil 5 ist ein Ansaugrohr 7

- 6 -

und mit dem Auslassventil 6 ist ein Abgasrohr 8 gekoppelt.

Im Bereich des Einlassventils 5 und des Auslassventils 6 ragen ein Einspritzventil 9 und eine Zündkerze 10 in den Brennraum 4. Über das Einspritzventil 9 kann Kraftstoff in den Brennraum 4 eingespritzt werden. Mit der Zündkerze 10 kann der Kraftstoff in dem Brennraum 4 entzündet werden.

In dem Ansaugrohr 7 ist eine drehbare Drosselklappe 11 untergebracht, über die dem Ansaugrohr 7 Luft zuführbar ist. Die Menge der zugeführten Luft ist abhängig von der Winkelstellung der Drosselklappe 11. In dem Abgasrohr 8 ist ein Katalysator 12 untergebracht, der der Reinigung der durch die Verbrennung des Kraftstoffs entstehenden Abgase dient.

Von dem Abgasrohr 8 führt eine Abgasrückführrohr 13 zurück zu dem Ansaugrohr 7. In dem Abgasrückführrohr 13 ist ein Abgasrückführventil 14 untergebracht, mit dem die Menge des in das Ansaugrohr 7 rückgeführten Abgases eingestellt werden kann. Das Abgasrückführrohr 13 und das Abgasrückführventil 14 bilden eine sogenannte Abgasrückführung.

Von einem Kraftstofftank 15 führt eine Tankentlüftungsleitung 16 zu dem Ansaugrohr 7. In der Tankentlüftungsleitung 16 ist ein Tankentlüftungsventil 17 untergebracht, mit dem die Menge des dem Ansaugrohr 7 zugeführten Kraftstoffdampfes aus dem Kraftstofftank 15 einstellbar ist. Die Tankentlüftungsleitung 16 und das Tankentlüftungsventil 17 bilden eine sogenannte Tankentlüftung.

Der Kolben 2 wird durch die Verbrennung des Kraftstoffs in dem Brennraum 4 in eine Hin- und Herbewegung versetzt, die auf eine nicht-dargestellte Kurbelwelle übertragen wird und



- 7 -

auf diese ein Drehmoment ausübt.

Ein Steuergerät 18 ist von Eingangssignalen 19 beaufschlagt, die mittels Sensoren gemessene Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 darstellen. Beispielsweise ist das  
5 Steuergerät 18 mit einem Luftmassensensor, einem Lambda-Sensor, einem Drehzahlsensor und dergleichen verbunden. Des Weiteren ist das Steuergerät 18 mit einem Fahrpedalsensor verbunden, der ein Signal erzeugt, das die Stellung eines  
10 von einem Fahrer betätigbaren Fahrpedals und damit das angeforderte Drehmoment angibt. Das Steuergerät 18 erzeugt Ausgangssignale 20, mit denen über Aktoren bzw. Stellern das Verhalten der Brennkraftmaschine 1 beeinflusst werden kann. Beispielsweise ist das Steuergerät 18 mit dem  
15 Einspritzventil 9, der Zündkerze 10 und der Drosselklappe 11 und dergleichen verbunden und erzeugt die zu deren Ansteuerung erforderlichen Signale.

Unter anderem ist das Steuergerät 18 dazu vorgesehen, die  
20 Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 zu steuern und/oder zu regeln. Beispielsweise wird die von dem Einspritzventil 9 in den Brennraum 4 eingespritzte Kraftstoffmasse von dem Steuergerät 18 insbesondere im Hinblick auf einen geringen Kraftstoffverbrauch und/oder eine geringe  
25 Schadstoffentwicklung gesteuert und/oder geregelt. Zu diesem Zweck ist das Steuergerät 18 mit einem Mikroprozessor versehen, der in einem Speichermedium, insbesondere in einem Flash-Memory ein Programm abgespeichert hat, das dazu geeignet ist, die genannte  
30 Steuerung und/oder Regelung durchzuführen.

Die Brennkraftmaschine 1 der Figur 1 kann in einer Mehrzahl von Betriebsarten betrieben werden. So ist es möglich, die Brennkraftmaschine 1 in einem Homogenbetrieb, einem  
35 Schichtbetrieb, einem homogenen Magerbetrieb und dergleichen betrieben werden. Zwischen den genannten

- 8 -

Betriebsarten der Brennkraftmaschine 1 kann hin- und her- bzw. umgeschaltet werden. Derartige Umschaltungen werden von dem Steuergerät 18 durchgeführt.

5 Im Homogenbetrieb wird der Kraftstoff während der Ansaugphase von dem Einspritzventil 9 direkt in den Brennraum 4 der Brennkraftmaschine 1 eingespritzt. Der Kraftstoff wird dadurch bis zur Zündung noch weitgehend verwirbelt, so dass im Brennraum 4 ein im Wesentlichen  
10 homogenes Kraftstoff/Luft-Gemisch entsteht. Das zu erzeugende Moment wird dabei im Wesentlichen über die Stellung der Drosselklappe 11 von dem Steuergerät 18 eingestellt. Im Homogenbetrieb werden die Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 derart gesteuert und/oder  
15 geregelt, dass  $\lambda = 1$  ist. Der Homogenbetrieb wird insbesondere bei Vollast angewendet.

Im Schichtbetrieb wird der Kraftstoff während der Verdichtungsphase von dem Einspritzventil 9 direkt in den  
20 Brennraum 4 der Brennkraftmaschine 1 eingespritzt. Damit ist bei der Zündung durch die Zündkerze 10 kein homogenes Gemisch im Brennraum 4 vorhanden, sondern eine Kraftstoffschichtung. Die Drosselklappe 11 kann, abgesehen von Anforderungen z.B. der Abgasrückführung und/oder der  
25 Tankentlüftung, vollständig geöffnet und die Brennkraftmaschine 1 damit entdrosselt betrieben werden. Das zu erzeugende Moment wird im Schichtbetrieb weitgehend über die Kraftstoffmasse eingestellt. Mit dem Schichtbetrieb kann die Brennkraftmaschine 1 insbesondere  
30 im Leerlauf und bei Teillast betrieben werden.

Bei dem Katalysator 12 handelt es sich um eine Kombination eines 3-Wege-Katalysators und eines Speicherkatalystors. Mit dem 3-Wege-Katalysator werden unabhängig von der  
35 Betriebsart kontinuierlich die schädlichen Bestandteile des Abgases nachbehandelt bzw. umgesetzt. Der 3-Wege-

- 9 -

Katalysator ist jedoch nicht in der Lage, die im Schichtbetrieb entstehenden NOx-Anteile des Abgases zu verarbeiten. Hierzu ist der Speicherkatalysator vorgesehen.

5 Der Speicherkatalysator bindet die NOx-Anteile des Abgases im mageren Betrieb der Brennkraftmaschine 1, also bei Sauerstoffüberschuss, z.B. insbesondere während des Schichtbetriebs. Wird die Brennkraftmaschine 1 danach mit einem Kraftstoffüberschuss, also fett betrieben, so gibt  
10 der Speicherkatalysator die gebundenen NOx-Anteile wieder frei, so dass diese von dem 3-Wege-Katalysator reduziert und damit nachbehandelt werden können.

15 Die Speicherfähigkeit des Speicherkatalysators ist nicht unbegrenzt. Aus diesem Grund wird z.B. mit Hilfe eines Modells die noch vorhandene Speicherkapazität des Speicherkatalysators von dem Steuergerät 18 ermittelt. Sobald die Speicherkapazität aufgrund einer längeren Beladung des Speicherkatalysators erschöpft ist, wird die  
20 Brennkraftmaschine 1 von dem Steuergerät 18 in eine fette Betriebsart umgeschaltet, damit der Speicherkatalysator wieder entladen und damit die Speicherkapazität wieder vergrößert wird. Sobald der Speicherkatalysator entladen ist, kann von dem Steuergerät 18 wieder umgeschaltet und  
25 damit der Speicherkatalysator wieder beladen werden.

Vor dem Katalysator 12 ist ein Lambdasensor 21 vorgesehen, der mit dem Steuergerät 18 gekoppelt ist, und der dazu vorgesehen ist, das vorstehende Be- und Entladen des  
30 Speicherkatalysators zu steuern und/oder zu regeln.

Nach dem Katalysator 12 ist ein weiterer Lambdasensor 22 vorgesehen, der ebenfalls mit dem Steuergerät gekoppelt ist.

35

In der Figur 2 sind die Ausgangssignale der Lambdasensoren

- 10 -

21 und 22 über der Zeit aufgetragen. Zur Vereinfachung sind die jeweiligen Ausgangssignale nachfolgend mit denselben Bezugswerten gekennzeichnet wie die Lambdasensoren 21, 22.

5 Das Ausgangssignal 21 des vor dem Katalysator 12 angeordneten Lambdasensors 21 liegt entweder bei einem mageren Wert von beispielsweise etwa  $\lambda = 1,3$  oder bei einem fetten Wert von beispielsweise etwa  $\lambda = 0,8$ . Zwischen diesen beiden Werten springt das Ausgangssignal 21  
10 hin und her. Das Ausgangssignal 21 liegt bei dem mageren Wert, wenn die Brennkraftmaschine 1 z.B. im Schichtbetrieb betrieben wird.  
Der Zeitraum, den das Ausgangssignal 21 sich bei dem mageren Wert befindet, ist in der Figur 2 mit  $t_{\text{mager}}$   
15 gekennzeichnet.

Das Ausgangssignal 22 des nach dem Katalysator 12 angeordneten Lambdasensors 22 liegt entweder bei einem mageren Wert von etwa  $\lambda = 1,3$  oder bei einem etwa  
20 stöchiometrischen Wert von etwa  $\lambda = 1$ . In dem stöchiometrischen Bereich des Ausgangssignals 22 kann ein Einbruch bzw. Durchbruch vorhanden sein, der das Ausgangssignal 22 kurzzeitig zu einem fetten Wert von z.B. etwa 0,8 verändert. Im Wesentlichen springt das  
25 Ausgangssignal 22 jedoch zwischen dem mageren Wert und dem stöchiometrischen Wert hin und her.

Es wird angenommen, dass die Brennkraftmaschine 1 sich in einer mageren Betriebsart, z.B. im Schichtbetrieb befindet  
30 und der Speicherkatalysator damit mit  $\text{NO}_x$ -Anteilen des Abgases und damit mit Stickoxiden aufgeladen wird. Weiter wird angenommen, dass der Speicherkatalysator in einem Zeitpunkt  $T_1$  seine maximale Speicherkapazität erreicht, also vollständig beladen ist.

35 Dann wird im Zeitpunkt  $T_1$  der Figur 2 aus der mageren

- 11 -

Betriebsart der Brennkraftmaschine 1 in eine fette Betriebsart umgeschaltet, z.B. in den Homogenbetrieb, in dem die Brennkraftmaschine 1 z.B. beschleunigt wird. Damit gehen die Ausgangssignale 21 und 22 im Zeitpunkt T1 von dem mageren Wert auf den fetten Wert bzw. auf den stöchiometrischen Wert über.

Der Unterschied zwischen dem Ausgangssignal 21 und dem Ausgangssignal 22 resultiert daraus, dass der Speicherkatalysator nach dem Umschalten z.B. in den Homogenbetrieb Stickoxide abgibt. Während diesem Entladen des Speicherkatalysators entsteht am Ausgang des Katalysators 12, also bei dem Lambdasensor 22 ein stöchiometrischer Wert des Ausgangssignals 22.

Wenn der Speicherkatalysator vollständig entladen ist, dann bricht die fette Betriebsart bis zum Lambdasensor 22 am Ausgang des Katalysators 12 durch, was den Ein- bzw. Durchbruch des Ausgangssignals 22 nach fetten Werten zur Folge hat. Nunmehr wird von dem Steuergerät 18 in einem Zeitpunkt T2 wieder in eine magere Betriebsart zurückgeschaltet, z.B. in den Schichtbetrieb.

Durch dieses Umschalten springt das Ausgangssignal 21 wieder auf den mageren Wert. Das Ausgangssignal 22 bleibt jedoch noch bis zu einem Zeitpunkt T3 bei dem stöchiometrischen Wert. Der Zeitraum von dem Zeitpunkt T2 bis zu dem Zeitpunkt T3 ist in der Figur 2 mit tx gekennzeichnet.

Während des Zeitraums tx ist der Speicherkatalysator in der Lage, zusätzlich zur Beladung mit NOx-Anteilen des Abgases auch Sauerstoff aufzunehmen und zu speichern. Sobald der Speicherkatalysator jedoch keinen weiteren Sauerstoff mehr speichern kann, hat dies einen Sauerstoffüberschuss am Lambdasensor 22 zur Folge und damit ein Ausgangssignal 22

- 12 -

mit einem mageren Wert.

Erst im Zeitpunkt T3 springt somit auch das Ausgangssignal 22 auf den mageren Wert. Diese mageren Werte der  
5 Ausgangssignale 21 und 22 werden beibehalten, bis der  
Speicherkatalysator wieder vollständig mit NOx-Anteilen des  
Abgases, also mit Stickoxiden beladen ist. Dann wird in  
einem Zeitpunkt T4 wieder in eine fette Betriebsart  
umgeschaltet, um die Entladung des Speicherkatalysators  
10 einzuleiten. Der Zeitpunkt T4 entspricht dabei dem Zeitpunkt  
T1.

Der Zeitraum von dem Zeitpunkt T3 bis zu dem Zeitpunkt T4,  
in dem das Ausgangssignal 22 sich bei dem etwa mageren Wert  
15 befindet, ist in der Figur 2 mit  $t_y$  gekennzeichnet.

Der Zeitraum  $t_{mager}$  setzt sich damit aus den Zeiträumen  $t_x$   
und  $t_y$  wie folgt zusammen:  $t_{mager} = t_x + t_y$ .

20 Die Zeiträume  $t_x$  und  $t_y$  werden von dem Steuergerät 18  
gemessen.

Dann wird von dem Steuergerät 18 ein Wert W wie folgt  
ermittelt:

$$25 \quad W = (t_x + t_y) / t_x.$$

Dieser Wert W stellt eine Größe für den Betriebszustand des  
Speicherkatalysators dar. Durch Messungen z.B. des  
Herstellers des Speicherkatalysators ist es möglich, einen  
30 Maximalwert  $W_{max}$  anzugeben, der einen Betriebszustand des  
Speicherkatalysators charakterisiert, der während des  
Betriebs nicht überschritten werden darf.

Das Steuergerät 18 vergleicht den ermittelten Wert W mit  
35 dem vorgegebenen Wert  $W_{max}$ . Dabei ist es möglich, dass aus  
mehreren nacheinander ermittelten Werten W zuerst ein

- 13 -

Mittelwert gebildet wird, der dann erst mit dem Wert  $W_{max}$  verglichen wird.

Ist der Wert  $W$  kleiner als der Wert  $W_{max}$ , so bedeutet dies, dass sich der Speicherkatalysator in einem zulässigen Betriebszustand befindet. Ist der Wert  $W$  jedoch größer als der Wert  $W_{max}$ , so kann dies zweierlei bedeuten.

Einerseits ist es möglich, dass der Zeitraum von dem Zeitpunkt  $T_1$  bis zu dem Zeitpunkt  $T_2$ , also der Zeitraum, während dem der Speicherkatalysator entladen worden ist, zu kurz war. Dies hat zur Folge, dass ein Rest an Stickoxiden im Speicherkatalysator verbleibt und so die Speicherfähigkeit des Speicherkatalysators vermindert wird, was seinerseits eine Erhöhung des Werts  $W$  zur Folge hat. Wird der Wert  $W_{max}$  überschritten, so stellt dies eine minimale Speicherfähigkeit des Speicherkatalysators dar.

Als Reaktion erhöht das Steuergerät 18 nachfolgend den Zeitraum von dem Zeitpunkt  $T_1$  zu dem Zeitpunkt  $T_2$ , also den Zeitraum des fetten Betriebs der Brennkraftmaschine 1. Damit wird der Speicherkatalysator weitgehender entladen und damit die Speicherfähigkeit des Speicherkatalysators wieder erhöht.

Diese Verlängerung der fetten Betriebsart der Brennkraftmaschine 1 kann dabei adaptiv im Rahmen der Modellierung des Be- und Entladens des Speicherkatalysators von dem Steuergerät 18 vorgenommen werden.

Andererseits ist es möglich, dass in dem Speicherkatalysator eine sogenannte Tiefenspeicherung stattgefunden hat. Dies bedeutet, dass sich die Stickoxide und/oder der Sauerstoff nicht nur an der Oberfläche des Speicherkatalysators abgesetzt haben, sondern dass diese Stickoxide und der Sauerstoff in das Material des

- 14 -

Speicherkatalysators eingedrungen sind. Eine derartige Tiefenspeicherung kann z.B. dann stattfinden, wenn der Zeitraum, in dem der Speicherkatalysator beladen wird, zu lang ist.

5

Als Reaktion kann das Steuergerät 18 sofort nochmals in die fette Betriebsart der Brennkraftmaschine 1 umschalten, bevor der Speicherkatalysator wieder beladen wird. Diese erneute fette Betriebsart führt dazu, dass die

10 Tiefenspeicherung von Stickoxiden und/oder von Sauerstoff in dem Speicherkatalysator aufgelöst wird und der Speicherkatalysator vollständig entladen wird.

15

Als weitere Reaktion kann dann das Steuergerät 18 den Zeitraum, in dem der Speicherkatalysator beladen wird, vermindern. Dies kann dabei adaptiv im Rahmen der Modellierung des Be- und Entladens des Speicherkatalysators von dem Steuergerät 18 vorgenommen werden.

20



5

## Ansprüche

- 10 1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1)  
insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem Kraftstoff in  
einer fetten und in einer mageren Betriebsart in einen  
Brennraum (4) eingespritzt wird, bei dem zwischen der  
fetten und der mageren Betriebsart umgeschaltet wird, und  
15 bei dem Stickoxide in einem Katalysator (12) gespeichert  
werden, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Katalysator  
(12) das Lambda des Abgases gemessen wird, und dass nach  
einem Umschalten (T2) der Brennkraftmaschine (1) in die  
magere Betriebsart ein erster Zeitraum (tx) gemessen wird,  
20 der vergeht, bis das gemessene Lambda mager wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass  
nach einem Umschalten (T2) der Brennkraftmaschine (1) in  
die magere Betriebsart ein zweiter Zeitraum (tmager)  
25 gemessen wird, in dem die Brennkraftmaschine (1) mager  
betrieben wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass  
der erste Zeitraum (tx) und der zweite Zeitraum (tmager)  
30 miteinander verknüpft werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch  
gekennzeichnet, dass ein Wert (W) ermittelt wird, der das  
Verhältnis des ersten Zeitraums (tx) zu einem dritten  
35 Zeitraum (ty) darstellt, wobei die Summe aus dem ersten  
Zeitraum (tx) und dem dritten Zeitraum (ty) den zweiten

- 16 -

Zeitraum ( $t_{\text{mager}}$ ) ergibt.

5 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung und/oder Regelung der Brennkraftmaschine (1) beeinflusst wird, wenn der erste Zeitraum ( $t_x$ ) oder ein davon abhängiger Wert ( $W$ ) einen vorgegebenen Wert ( $W_{\text{max}}$ ) überschreitet.

10 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Zeitraum, in dem die Brennkraftmaschine (1) fett betrieben wird, verlängert wird.

15 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Zeitraum, in dem die Brennkraftmaschine (1) mager betrieben wird, verkürzt wird.

20 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Beeinflussung der Brennkraftmaschine (1) adaptiv in die Steuerung und/oder Regelung eingreift.

25 9. Steuerelement, insbesondere Read-Only-Memory oder Flash-Memory, für ein Steuergerät (18) einer Brennkraftmaschine (1) insbesondere eines Kraftfahrzeugs, auf dem ein Programm abgespeichert ist, das auf einem Rechenggerät, insbesondere auf einem Mikroprozessor, ablauffähig und zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8 geeignet ist.

30 10. Brennkraftmaschine (1) insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit einem Brennraum (4), in den Kraftstoff in einer fetten und in einer mageren Betriebsart einspritzbar ist, mit einem Katalysator (12), in dem Stickoxide speicherbar sind, und mit einem Steuergerät (18)  
35 zum Umschalten zwischen der fetten und der mageren Betriebsart, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem

- 17 -

Katalysator (12) ein Lambdasensor (22) vorgesehen ist, mit dem das Lambda des Abgases messbar ist, und dass durch das Steuergerät (18) nach einem Umschalten (T2) der Brennkraftmaschine (1) in die magerere Betriebsart ein erster Zeitraum (tx) messbar ist, der vergeht, bis das gemessene Lambda mager wird.

11. Steuergerät (18) für eine Brennkraftmaschine (1) insbesondere eines Kraftfahrzeugs, wobei die Brennkraftmaschine (1) mit einem Brennraum (4) versehen ist, in den Kraftstoff in einer fetten und in einer mageren Betriebsart einspritzbar ist, sowie mit einem Katalysator (12), in dem Stickoxide speicherbar sind, und wobei das Steuergerät (18) zum Umschalten zwischen der fetten und der mageren Betriebsart vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Katalysator (12) ein Lambdasensor (22) vorgesehen ist, mit dem das Lambda des Abgases messbar ist, und dass durch das Steuergerät (18) nach einem Umschalten (T2) der Brennkraftmaschine (1) in die magerere Betriebsart ein erster Zeitraum (tx) messbar ist, der vergeht, bis das gemessene Lambda mager wird.

1/2

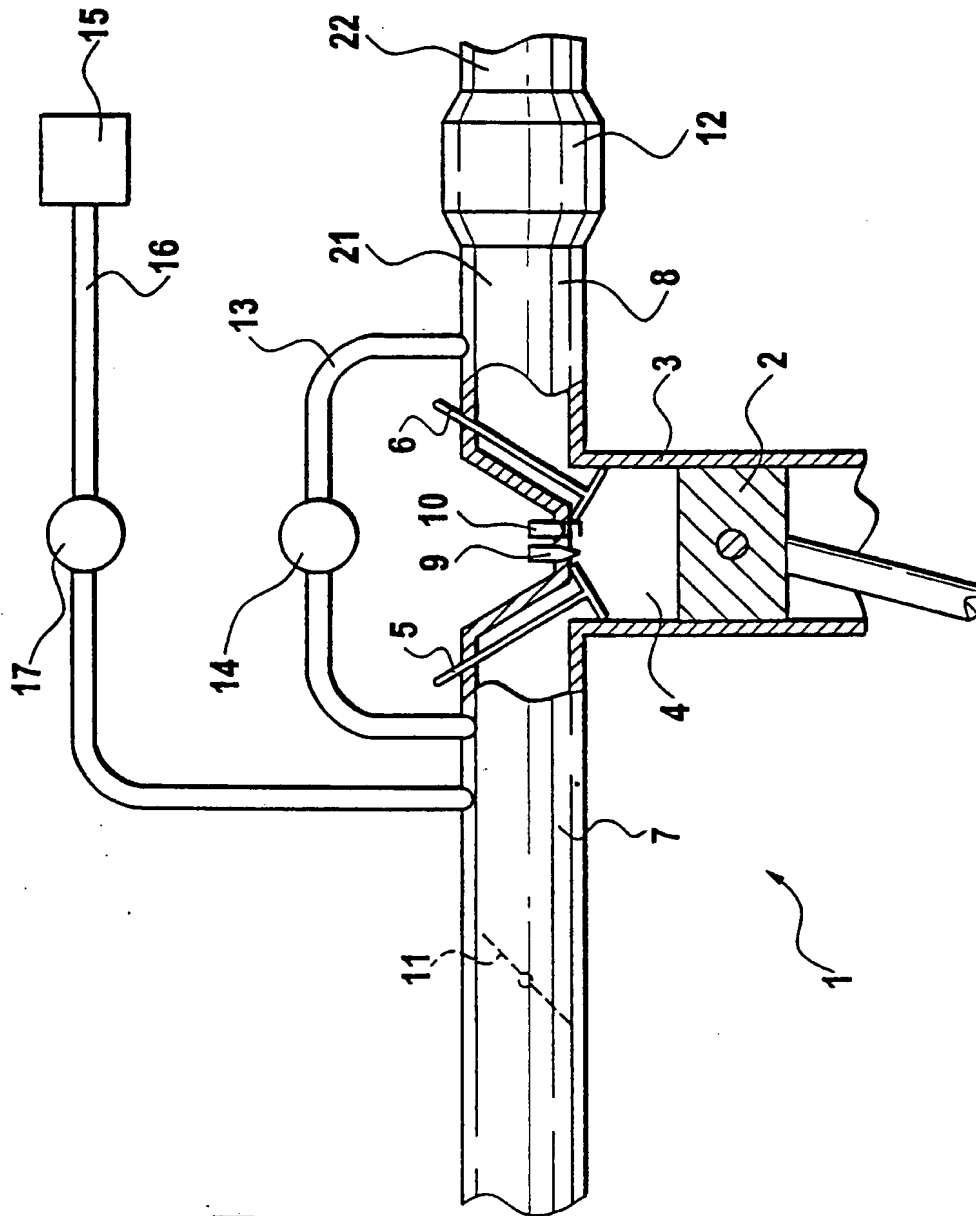
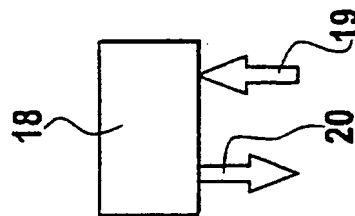


Fig. 1



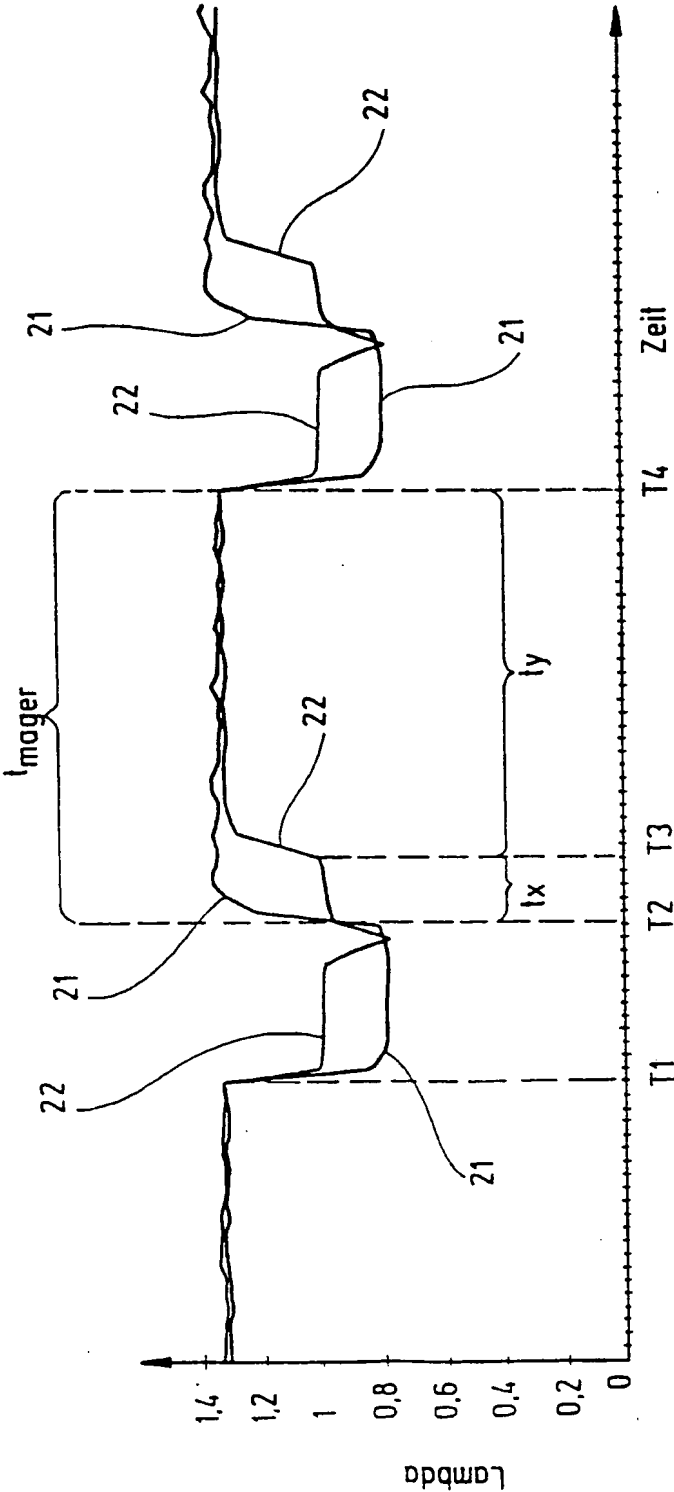


Fig.2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/02006

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 F01N3/08 F02D41/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02D F01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 903 479 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 24 March 1999 (1999-03-24) abstract column 4, line 46 -column 8, line 3 column 15, line 51 -column 16, line 27 column 17, line 37 -column 18, line 44 column 19, line 10 -column 25, line 23 column 25, line 41 - line 48 column 29, line 20 -column 30, line 3 figures 2,3,5-7,10,11,14,16 ---	1-11
X	EP 0 690 213 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 3 January 1996 (1996-01-03)	1-4,9-11
Y	column 2, line 14 -column 3, line 23 column 11, line 26 -column 12, line 8 column 15, line 25 -column 18, line 44 figures 9,10,16-22 --- -/--	5-8

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 November 2000

Date of mailing of the international search report

24/11/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Libeaut, L

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/02006

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<p>US 5 771 685 A (HEPBURN JEFFREY SCOTT)  30 June 1998 (1998-06-30)  abstract  column 1, line 30 -column 2, line 1  column 3, line 42 -column 6, line 20  -----</p>	5-8

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE 00/02006

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0903479 A	24-03-1999	JP 11093743 A	06-04-1999
		JP 11093742 A	06-04-1999
		US 6138453 A	31-10-2000
EP 0690213 A	03-01-1996	JP 8014030 A	16-01-1996
		DE 69502663 D	02-07-1998
		DE 69502663 T	26-11-1998
		US 5577382 A	26-11-1996
US 5771685 A	30-06-1998	DE 19744579 A	30-04-1998
		GB 2318418 A, B	22-04-1998
		JP 10128058 A	19-05-1998



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

International : Aktenzeichen

PCT/DE 00/02006

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F01N3/08 F02D41/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02D F01N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 903 479 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 24. März 1999 (1999-03-24) Zusammenfassung Spalte 4, Zeile 46 - Spalte 8, Zeile 3 Spalte 15, Zeile 51 - Spalte 16, Zeile 27 Spalte 17, Zeile 37 - Spalte 18, Zeile 44 Spalte 19, Zeile 10 - Spalte 25, Zeile 23 Spalte 25, Zeile 41 - Zeile 48 Spalte 29, Zeile 20 - Spalte 30, Zeile 3 Abbildungen 2,3,5-7,10,11,14,16 ----	1-11
X	EP 0 690 213 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 3. Januar 1996 (1996-01-03)	1-4,9-11
Y	Spalte 2, Zeile 14 - Spalte 3, Zeile 23 Spalte 11, Zeile 26 - Spalte 12, Zeile 8 Spalte 15, Zeile 25 - Spalte 18, Zeile 44 Abbildungen 9,10,16-22 ----- -/-	5-8



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. November 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/11/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Libeaut, L

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internation , Aktenzeichen

PCT/DE 00/02006

## C.(Fortsetzung) -ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	<p>US 5 771 685 A (HEPBURN JEFFREY SCOTT)</p> <p>30. Juni 1998 (1998-06-30)</p> <p>Zusammenfassung</p> <p>Spalte 1, Zeile 30 -Spalte 2, Zeile 1</p> <p>Spalte 3, Zeile 42 -Spalte 6, Zeile 20</p> <p>-----</p>	5-8

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

International: Aktenzeichen

PCT/DE 00/02006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0903479 A	24-03-1999	JP 11093743 A	06-04-1999
		JP 11093742 A	06-04-1999
		US 6138453 A	31-10-2000
EP 0690213 A	03-01-1996	JP 8014030 A	16-01-1996
		DE 69502663 D	02-07-1998
		DE 69502663 T	26-11-1998
		US 5577382 A	26-11-1996
US 5771685 A	30-06-1998	DE 19744579 A	30-04-1998
		GB 2318418 A,B	22-04-1998
		JP 10128058 A	19-05-1998